SNI 8486:2018

Standar Nasional Indonesia

Panduan pengujian *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini

ICS: 27.060.20

Daftar isi

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) “Panduan pengujian *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini” merupakan SNI baru. Standar ini bertujuan untuk memberikan acuan kepada investor/produsen untuk mengecek kehandalan *gasifier fixed bed* skala mini sebagai penghasil gas mampu bakar.

SNI mengenai “Panduan pengujian *Gasifier* Batubara *Fixed bed* Skala mini”, ini disusun oleh Komite Teknis 27-03, Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan melalui prosedur perumusan standar dan dibahas dalam Forum Konsensus pada tanggal 18 Oktober 2017 di Bekasi dan dihadiri oleh wakil-wakil dari pemerintah, produsen, konsumen, lembaga penelitian dan instansi terkait lainnya.

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 29 Januari 2018 sampai dengan 30 Maret 2018 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

Pendahuluan

Gasifier batubara *fixed bed* skala mini adalah teknologi konversi batubara menjadi gas mampu bakar (CO, H_2 dan CH_4) dengan metode *fixed bed*. Pemanfaatan teknologi tersebut diharapkan dapat memberi kontribusi terhadap kebutuhan energi masyarakat skala kecil terutama sebagai pengganti bahan bakar minyak.

Seluruh komponen *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini sudah dapat diproduksi secara lokal. Sehingga diharapkan SNI ini dapat mendorong industri dalam negeri di bidang gasifikasi batubara skala kecil.

Panduan pengujian *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini

1 Ruang lingkup

Standar ini memberikan acuan pengujian unjuk kerja dan kehandalan *gasifier fixed bed* skala mini tipe *updraft* sebagai penghasil gas mampu bakar, dengan melakukan pengukuran dan pengujian dimensi, pengelasan, kebocoran, mekanis, termal, proses, efisiensi dan kelengkapan dokumen.

2 Acuan normatif

SNI 8487:2017, Spesifikasi *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini

ASME V - article 6:2010, *Liquid Penetrant Examination*

GPA 2261:2013, *Analysis for Natural Gas and Similar Gaseous Mixtures by Gas Chromatography*

3 Istilah dan definisi

3.1
***developer* (zat pengembang)**
zat pengembang yang digunakan pada proses uji penetran cair

3.2
efisiensi *gasifier*
rasio kalori gas mampu bakar terhadap kalori batubara

3.3
gas mampu bakar
gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi batubara dengan komponen gas utama CO dan H_2

3.4
gasifikasi batubara
proses mengkonversi batubara menjadi gas terutama gas karbon monoksida (CO) dan hidrogen (H_2) tanpa atau dengan menggunakan reaktan seperti udara, O_2, uap air, CO_2 atau campuran gas-gas tersebut dalam suatu reaktor gasifikasi

3.5
gasifikasi batubara *fixed bed*
proses gasifikasi dimana kontak antara batubara dengan pereaksi dilakukan dengan sistem *fixed bed*

3.6
gasifikasi batubara *fixed bed* skala mini
gasifikasi *fixed bed* dengan umpan batubara di bawah 50 kg/jam

3.7
handhole
lubang pembakaran mula yang terletak pada dinding bawah ruang gasifikasi

3.8
nozzle
lubang-lubang penghantar udara yang mengelilingi poros pipa

3.9
***penetrant* cair**
cairan yang digunakan pada metode *liquid penetrant inspection* yang digunakan untuk menemukan cacat permukaan pada semua material yang tidak berpori (logam, plastik, atau keramik)

3.10
pengumpan/*hopper*
bagian *gasifier* yang berfungsi sebagai jalur masuknya batubara ke dalam reaktor

3.11
pelindung panas
lapisan untuk mengisolasi panas pada dinding ruang gasifikasi/reaktor

3.12
pipa gas *flare*
alat pembakar buangan gas berbentuk pipa vertikal yang terletak pada pipa *outlet* gas

3.13
ruang abu/*ash chamber*
uang penampungan abu sementara sisa proses gasifikasi batubara

3.14
reaktor gasifikasi
ruang tempat berlangsungnya proses gasifikasi

3.15
umpan batubara
umpan berupa batubara yang masuk melalui lubang pengumpan untuk menuju ruang gasifikasi/reaktor

3.16
updraft
tipe *gasifier* dengan proses aliran udara primer dari bagian bawah unggun, gas hasil proses gasifikasi akan mengalir ke atas melewati unggun. Umpan bahan baku gasifikasi dimasukkan ke dalam reaktor melalui lubang/pintu masukan atas

4 Uji dimensi

4.1 Prinsip pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengukur dimensi komponen *gasifier* dan menetapkan isinya dengan cermat agar sesuai dengan gambar desain yang ditentukan. Sistem satuan ukuran yang diterapkan adalah sistem Satuan Internasional (SI). Komponen yang memerlukan uji dimensi ini adalah:

- Pengumpan/*hopper*
- Reaktor gasifikasi
- Ruang abu/*ash chamber*
- *Nozzle*

4.2 Peralatan pengujian

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur tebal pelat, diameter dan tinggi *gasifier*, harus dikalibrasi oleh instansi yang berwenang.

- Jangka sorong atau *thickness meter* dengan ketelitian 0,01 mm;
- Meteran (pita ukur) dengan ketelitian 1 mm.

4.3 Langkah-langkah pengujian

a) Tebal plat diukur dari sisi luar dengan cara diapit menggunakan jangka sorong atau menggunakan *thickness meter* dengan pengoperasian sesuai petunjuk penggunaan;
b) Tinggi komponen diukur pada jarak tertinggi antara dua permukaan menggunakan meteran (pita ukur);
c) Diameter luar komponen diukur diantara dua sisi terluar plat menggunakan jangka sorong, diameter dalam diukur diantara dua sisi material dinding bagian dalam;
d) Volume menggunakan rumus sesuai dengan bentuk komponen.

4.4 Kriteria kelulusan

Komponen *gasifier* dinyatakan memenuhi kriteria kelulusan apabila telah sesuai ukuran dengan gambar desain yang ada atau mempunyai kelebihan ukuran dengan toleransi 3 % dari gambar desain.

5 Uji pengelasan

5.1 Prinsip pengujian

Pengujian dilakukan untuk menguji hasil las antar bagian pada komponen *gasifier*, hasil yang diharapkan pada pengujian ini adalah tidak adanya keretakan/*crack* pada hasil pengelasan. Komponen yang diuji disini adalah:

- Pengumpan
- Reaktor
- Ruang abu/*ash chamber*
- *Nozzle*

5.2 Peralatan pengujian

Pengujian ini menggunakan alat meliputi tetapi tidak terbatas pada:

- Cairan pembersih/*cleaner*
- *Penetrant* cair
- *Developer*/zat pengembang
- Alat penyemprot

5.3 Langkah-langkah pengujian

Pengujian hasil pengelasan dilakukan dengan metode tidak merusak yaitu menggunakan prosedur uji *penetrant* cair. Prosedur uji ini mengacu ke ASME V - article 6:2010, *Liquid Penetrant Examination.*

1. Diperlukan pembersihan benda kerja menggunakan *cleaner* sebelum menggunakan *penetrant*, hal tersebut dikarenakan tingkat kebersihan permukaan benda kerja akan berpengaruh pada daya desak *penetrant*;

2. *Penetrant* yang digunakan adalah *penetrant* untuk suhu normal yaitu 10°C sampai 52°C. Aplikasi *penetrant* bisa digunakan dengan beberapa cara yaitu : disemprot (*spray*), Jarak penyemprotan yang disarankan adalah 25 cm sampai 30 cm dari benda kerja, dicelup, dikuas;
3. Apabila penetrasi yang dilakukan telah memenuhi waktu yang dibutuhkan, selanjutnya *penetrant* tersebut dibersihkan kembali. Dengan menyeka menggunakan kertas penyerap secara berulang beberapa kali atau dengan cara diseka dengan *solvent* (*cleaner*), agar *penetrant* yang sudah masuk ke dalam *crack* tidak ikut terbawa lagi oleh *cleaner* maka perlu ketelitian saat membersihkan sisa *penetrant* tersebut, benda kerja juga tidak boleh dibersihkan dengan cara dikuras dengan *cleaner* dengan tujuan membersihkan sisa *penetrant*, selanjutnya ditunggu sampai kering untuk melakukan penyemprotan *developer;*
4. Pada tahap selanjutnya yaitu pengaplikasian *developer* yaitu dilakukan setelah sisa *penetrant* sudah benar-benar bersih dan kering, lalu baru dilakukan penyemprotan *developer* dengan jarak 25 cm sampai 30 cm agar indikasi *crack* tetap tetap bisa terbaca, karena jika terlalu dekat jaraknya kemungkinan indikasi *crack* akan tertutupi oleh warna dari *developer*. Tidak diperbolehkan melakukan evaluasi jika *developer* belum kering karena indikasi *crack* masih belum jelas, jadi harus ditunggu sampai kering dulu baru bisa dilakukan evaluasi;
5. Hasil dari evaluasi adalah *crack* bisa diidentifikasi dari perbedaan warna yang muncul, pada umumnya warna merah akan muncul dari dalam *crack* setelah diangkat oleh *developer*, bentuk *crack* biasanya memanjang. Jika pengetesan telah selesai, benda kerja harus dibersihkan agar kembali seperti semula.

5.4 Kriteria kelulusan

Komponen yang diuji tidak boleh ada retak/*crack* dalam pengelasan.

6 Uji kebocoran

6.1 Prinsip pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kebocoran antar sambungan komponen *gasifier*. Komponen yang diuji disini adalah:

- Sambungan antara pengumpan dengan reaktor
- Sambungan antara reaktor dengan ruang abu
- Sambungan antar reaktor dan pipa outlet
- Pintu *handhole*
- Seluruh kran/*valve* pada *gasifier*
- Seluruh sambungan pemipaan pada sistem suplai udara

6.2 Peralatan pengujian

Peralatan yang digunakan dalan pengujian ini adalah mesin kompresor udara.

6.3 Langkah-langkah pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengalirkan udara bertekanan dengan cara :

a) Pastikan setiap sambungan/flange terlapisi dengan seal
b) mengalirkan udara bertekanan, setiap ujung pipa yang terbuka harus ditutup dengan menggunakan penutup berupa *flange* untuk membuat ruang kedap. Udara dialirkan dari kompresor dengan tekanan ± 2 bar dan ditahan selama 30 menit. Pengujian dilakukan

terhadap hasil pengelasan dan setiap *flange* (penyambung antar komponen) dengan memakai air sabun;

6.4 Kriteria kelulusan

Komponen *gasifier* disebut lulus uji apabila tidak terdapat kebocoran pada komponen dengan indikator air sabun tidak menggelembung.

7 Uji mekanis

7.1 Prinsip pengujian

Pengujian mekanis dilakukan terhadap komponen bergerak yang meliputi tuas yang berada pada bagian pengumpan/*hopper*, dan tuas ruang abu/*ash chamber*. Komponen tersebut harus dipastikan berfungsi dengan baik.

7.2 Langkah-langkah pengujian

- Harus dipastikan konsentris antara sumbu pipa pembuangan abu, *grid* dan *nozzle*.
- Bagian yang berputar/bergerak pada komponen tersebut harus dipastikan berfungsi baik dengan indikator, ringan atau mudah untuk digerakan, tanpa terdengar suara gesekan antara seal/bearing dan tuas mempunyai *seal* untuk mencegah kebocoran.

7.3 Kriteria kelulusan

Bagian berputar/bergerak pada komponen *gasifier* harus dapat berfungsi berputar/bergerak dengan baik, yakni ringan apabila digerakan terutama pada saat ada beban.

8 Uji proses

8.1 Prinsip pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini, dilakukan pada satu unit *gasifier* yang diambil secara acak dari setiap lot produksi oleh penguji. Input batubara pada pengujian ini mengacu pada SNI 8487:2017 : spesifikasi *gasifier* batubara *fixed bed* skala mini. Durasi pengujian 1 siklus proses gasifikasi ± 4 jam.

8.2 Peralatan pengujian (alat ukur yang digunakan)

Pengujian ini menggunakan alat meliputi tetapi tidak terbatas pada:

- *Gasifier* batubara *fixed bed* skala mini.
- Gas *analyzer* atau kromatografi gas dan mengacu pada metode pengujian GPA 2261-2013 *Analysis for Natural Gas and Similar Gaseous Mixtures by Gas Chromatography*.

8.3 Langkah-langkah pengujian

Langkah pengujian proses ini merupakan proses pembuatan gas mampu bakar dari batubara melalui proses gasifikasi dengan menggunakan *gasifier fixed bed* skala mini, sebagai berikut:

- Membuka *handhole*, memasukkan arang kayu (bahan bakar padat yang mudah terbakar) untuk persiapan pemanasan awal dan membuka katup ke pipa gas *flare*;
- Membakar arang kayu/kokas batubara sampai membara. Setelah terjadi bara/pembakaran sempurna, *handhole* ditutup.

- Udara dari *ring blower* dialirkan ke dalam reaktor melalui pipa yang berujung pada *nozzle* dengan memperhitungkan stoikiometeri kebutuhan udara pembakaran. Untuk gasifikasi, kebutuhannya adalah 33 % dari stoikiometeri pembakaran batubara.
- Batubara dimasukkan melalui *hopper* dan secara bertahap dimasukkan ke dalam reaktor.
- Proses awal sebelum terjadinya gas mampu bakar adalah keluarnya uap air, ditandai dengan keluarnya asap putih melalui pipa gas *flare*. Gas mampu bakar akan keluar dengan ditandai berubahnya warna asap menjadi kecoklatan. Gas mampu bakar sebaiknya dibakar di pipa gas *flare* agar asapnya tidak bebas keluar.
- Setelah produksi gas mampu bakar stabil, seiring dengan ditutupnya katup pipa gas *flare* maka katup menuju burner dibuka. Untuk mengetahui kualitas gas, sampel gas diambil diantara pipa keluaran/*output* gas dan *burner* setelah proses gasifikasi berlangsung selama 2 jam sampai 3 jam selanjutnya sampel gas dilakukan uji laboratorium.
- Abu dikeluarkan melalui *ash chamber*/pembuangan abu dengan cara membuka katup pembuangan abu dan memutar tuas pembuangan abu. Hal ini dilakukan secara periodik untuk membuang abu.

8.4 Kriteria kelulusan

Komposisi gas terutama gas mampu bakar yang terdiri atas CO, H_2 dan CH_4 yang diperoleh digunakan untuk menghitung besaran energi gas mampu bakar. Persyaratan komposisi gas mampu bakar menunjukkan unjuk kerja proses gasifikasi. Unjuk kerja proses pembakaran batubara di dalam *gasifier fixed bed* skala mini ditunjukkan dengan diperolehnya komposisi gas mampu bakar dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 - Komposisi gas mampu bakar

No	Komposisi	Nilai
1	Karbon dioksida CO_2	< 10 %
2	Oksigen (O_2)	< 2 %
3	Karbon monoksida CO	> 20 %
4	Metana (CH_4)	> 0,1 %
5	Hidrogen (H_2)	> 0,1 %
6	Nitrogen (N_2)	< 50 %
7	Nilai kalor minimal	> 1000 kkal

9 Uji efisiensi *gasifier*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kinerja *gasifier* secara keseluruhan. Efisiensi *gasifier* yang dipersyaratkan adalah minimal 50 %. Perhitungan efisiensi *gasifier* adalah sebagai berikut:

$$\eta = \frac{flowrate\ gas\ mampu\ bakar\ x\ LHV\ gas\ mampu\ bakar}{(mass\ flowrate\ batubara\ x\ LHV\ batubara) + daya\ blower}\ x\ 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

η	adalah efisiensi *gasifier* (%)
flowrate gas mampu bakar	adalah laju alir gas Nm^3/s
LHV gas mampu bakar	adalah *lower heating value* gas mampu bakar (kkal/Nm^3)
mass flowrate batubara	adalah laju alir umpan batubara (kg/s)
LHV batubara	adalah *lower heating value* batubara (kkal/kg)
Daya *blower gasifier*	adalah energi yang dibutuhkan *blower* (kW)

CATATAN:
Pengukuran laju alir gas mampu bakar dapat menggunakan alat ukur *orifice* dengan interval waktu 5 menit. Pengukuran laju alir umpan batubara didapat dari perhitungan jumlah batubara yang masuk ke dalam *hopper* dibagi dengan satuan waktu yang dibutuhkan.

10 Laporan hasil pengujian

Seluruh hasil pengujian dibuat dalam bentuk laporan (contoh laporan lihat lampiran A).

Lampiran A
(informatif)
CONTOH FORMAT LAPORAN HASIL UJI

PENGUJIAN GASIFIER BATUBARA *FIXED BED* TIPE *UPDRAFT*

Nama workshop :
Tanggal pengujian :
No. sampel :
Penguji :

No	Pengujian	Acuan	Penilaian		Keterangan
			Lulus	Tidak	
1	Dimensi	SNI xxxx	√		
2	Pengelasan	SNI xxxx	√		
3	Kebocoran	SNI xxxx	√		
4	Mekanis	SNI xxxx	√		
5	Proses	SNI xxxx	√		
6	Efisiensi	SNI xxxx		√	Efisiensi dibawah standar

Dengan ini menyatakan produk ini lulus/tidak lulus* pengujian.

Penguji

ttd

Nama
…. (Keterangan penguji)

Catatan: *coret yang tidak perlu

Bibliografi

[1] ASTM C-351:1999, *Standard Test Method for Mean Specific Heat of Thermal Insulation*

[2] ASTM E1003 – 13:2013, *Standard Practice for Hydrostatic Leak Testing*

[3] ASTM A961/A961M:2016, *Standard Specification for Common Requirements for Steel Flanges, Forged Fittings, Valves, and Parts for Piping Applications*

[4] ISO 16528-1: 2007, Persyaratan kinerja untuk konstruksi boiler dan bejana tekan

[5] Sofaeti, Yenny. Laporan teknis kegiatan Litbang 2016: Peningkatan *Plant* Implementasi Gasmin. 2017. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara.

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/SubKomtek perumus SNI

Komite Teknis 27-03 Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Ahmad Indra Siswantara

Wakil Ketua *): Martha Relitha S

Sekretaris : Faisal Rahadian

Anggota : Adjat Sudrajat
Tony Susandy
Oo Abdul Rosyid
Widya Adi Nugroho
Sri Rahayu
Yenny Sofaeti
M. Ade Andriansyah Efendi
Ika Monika
Ika Hartika Ismet
Indra Djodikusumo
Sahat Pakpahan
Mochamad Sjachdirin
Bambang Purwatmo
Soeripno Martosaputro
Pahlawan Sagala
Carolus Boromeus Rudationo
Asep Sopandi
Eddy Permadi
Yanda Prakasa
Kharisma Surya Gautama
Harry Indrawan
Dimas Kaharudin
Sentanu Hindrakusuma
Muhammad Nashar

[3] Konseptor rancangan SNI

Komtek 27-03 klaster energi gasifikasi batubara

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Direktorat Aneka Energi Baru dan Energi Terbarukan
Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral